

Petrogénesis de la Formación La Quinta en la Serranía del Perijá, Colombia

Petrogenesis of the La Quinta Formation in the Perija Mountain Range, Colombia

Deyvid Tamara Roncancio¹; Elías Ernesto Rojas-Martínez²; Dino Carmelo Manco-Jaraba^{3*}; Frank David Lascarro Navarro⁴; Luis Quintero López⁵

¹Fundación Universitaria del Área Andina. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Valledupar, Colombia. E-mail: 1999deyvid@gmail.com

²Fundación Universitaria del Área Andina. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas. Valledupar, Colombia. E-mail: eliaseer@hotmail.com

³Universidad de La Guajira, Facultad de Ingenierías. Riohacha, Colombia. E-mail: dinomancojaraba@gmail.com

⁴Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Lima, Perú. E-mail: frank.lascarro@unmsm.edu.pe

⁵Fundación Universitaria del Área Andina. Facultad de Ingenierías y Ciencias Básicas, Valledupar, Colombia. E-Mail: lquintero34@areandina.edu.co

Cite this article as: D. Tamara-Roncancio, E. E. Rojas-Martínez, D. C. Manco-Jaraba, F. D. Lascarro-Navarro, L. Quintero-López, "Petrogénesis de la Formación La Quinta en la Serranía del Perijá, Colombia", *Prospectiva*, Prospectiva, Vol.21, N°2, 2023.

Recibido: 13/04/2023 / Aceptado: 12/07/2023

<http://doi.org/10.15665/rp.v21i2.3265>

RESUMEN

La Formación La Quinta se localiza sobre el margen occidental de la Serranía del Perijá, Colombia, constituida por una secuencia volcánico-sedimentaria, que en los últimos años ha incrementado el interés petrogenético y económico debido a las mineralizaciones cupríferas que hospeda. Esta investigación tiene como objetivo caracterizar mineralógicamente y petrográficamente las rocas volcánicas de la Formación La Quinta aflorantes en los municipios de San Diego, La Paz y Villanueva, con el propósito de evidenciar las fases cristalinas y procesos petrogenéticos que dieron origen a estas rocas. Como resultado se identificaron rocas volcánicas de La Quinta que varían desde basaltos hasta riolitas, pasando por andesita, cuarzolita y dacitas, con texturas principalmente porfíricas seriadas. Se concluye que su mineralogía y texturas porfíricas indican un contraste térmico durante la cristalización de la roca; su mineralogía constituida por olivinos y piroxenos oxidados facilitan la generación de iddingsita, magnetita, estructuras de corrosión y fracturamientos, debido a alteraciones por fluidos hidrotermales en condiciones de bajas presiones y temperaturas; las texturas vesiculares y presencia de esferulitas indica procesos de desgasificación y desvitrificación que generalmente se atribuyen a la expansión de volátiles en un magma hidratado y disolución parcial del cuarzo durante el ascenso del fluido magmático a la superficie.

Palabras clave: Formación La Quinta, petrografía, Serranía del Perijá, vulcanismo.

ABSTRACT

The La Quinta Formation is located on the western margin of the Perija Mountain Range, Colombia, consisting of a volcanic-sedimentary sequence, which in recent years has increased the petrogenetic and economic interest due to the copper mineralizations it hosts. This research aims to mineralogically and petrographically characterize the volcanic rocks of the La Quinta Formation outcropping in the municipalities of San Diego, La Paz and Villanueva, with the purpose of evidencing the crystalline phases and petrogenetic processes that gave rise to these rocks. As a result, volcanic rocks of La Quinta were identified, ranging from basalts to rhyolites, andesite, quartzolite and dacites, with mainly porphyritic textures. It is concluded that its mineralogy and porphyritic textures indicate a thermal contrast during the crystallization of the rock; its mineralogy constituted by olivines and oxidized pyroxenes facilitate the generation of iddingsite, magnetite, corrosion structures and fractures, due to alterations by hydrothermal fluids in conditions of low pressures and temperatures; vesicular textures and the presence of spherulites indicate degassing and devitrification processes that are generally attributed to the expansion of volatiles in a hydrated magma and partial dissolution of quartz during the ascent of the magmatic fluid to the surface.

Keywords: La Quinta formation, petrography, Perija Mountain Range, vulcanism.

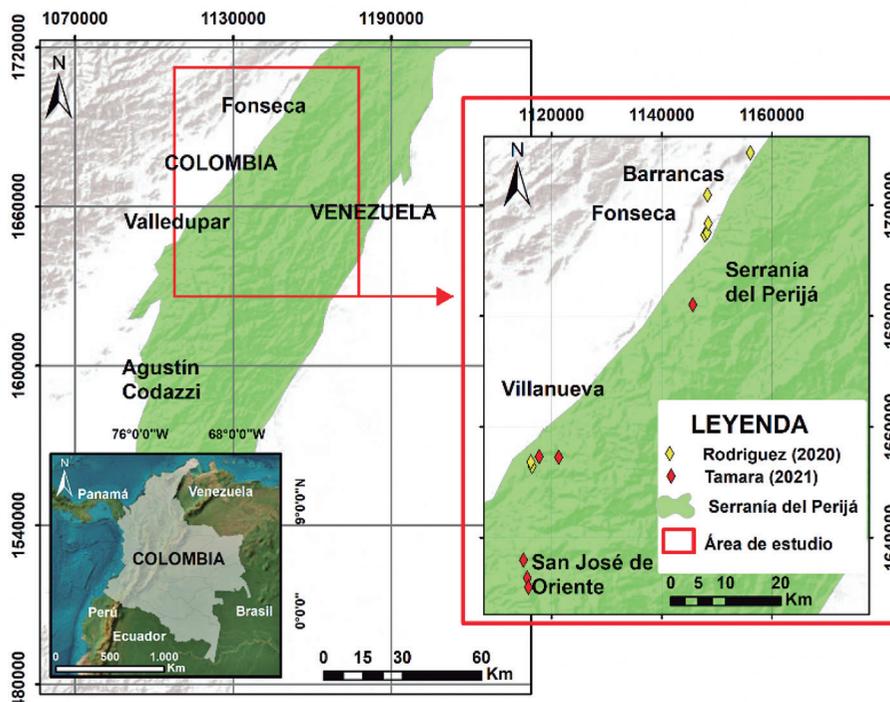
1. INTRODUCCIÓN

La Formación La Quinta aflora a lo largo de la Serranía del Perijá, compuesta por rocas clásticas de color rojizo que se intercalan con rocas volcánicas básicas a intermedia [1]–[4]. Correlacionable con la Formación Girón, los registros fósiles encontrados en el este de la Serranía del Perijá, le asignan una edad Jurásica y su deposición se relaciona a un ambiente tectónico distensivo de graben [1], sin embargo, datos geoquímicos en zircón U-Pb, indican que el volcanismo que se presentó en la Formación La Quinta inició a finales del Triásico y duró hasta el Jurásico Medio [5].

Aflora en los flancos orientales y occidentales de la Serranía del Perijá, donde se subdividió en dos sectores (Figura 1), el sector norte conformado por las muestras de [5] que abarcan el municipio de Barrancas hasta Villanueva, el sector sur donde se realizó un muestreo aleatorio probabilístico, abarcando desde el municipio de Villanueva en el departamento de La Guajira hasta el corregimiento de San José de Oriente departamento del Cesar; además, el miembro volcánico es mayormente predominante en el flanco oriental, la Serranía hace parte de la Cordillera de los Andes, siendo una de las derivaciones más importantes en su zona norte, por lo que, las unidades y estructuras que conforman la Serranía de Perijá, tienen relación con la evolución y desarrollo del noroeste de Suramérica [6].

Las rocas aflorantes de la Formación La Quinta en las estribaciones occidentales de la Serranía son de gran interés económico, debido a que es la única Formación litológica hospedadora con mayores mineralizaciones de cobre [2]–[4], [7], sin embargo, existen pocos estudios publicados que detallan la relación entre las mineralizaciones y las rocas huésped, por consiguiente, esta investigación se detallan las características de la roca huésped de las mineralizaciones de cobre, constituyéndose en un instrumento útil en la prospección minera.

Figura 1. Localización del área de investigación.
Figure 1. Location of the research area



2. METODOLOGÍA

Las muestras seleccionadas para la investigación corresponden a 7 rocas volcánicas aflorantes de la Formación La Quinta (Tabla 1), con bajo a moderado grado de meteorización, alteración y alejadas de zonas mineralizadas a través de un muestreo aleatorio probabilístico simple [8], [9]. Las muestras se ubican en dos sectores, el primero corresponde a la zona superior de la Serranía del Perijá, específicamente desde la zona rural del municipio de Villanueva, hasta la zona rural del municipio de Barrancas en La Guajira, el segundo sector, corresponde a la zona inferior de

la Serrana del Perijá, que comprende el área desde la zona rural del municipio de Villanueva departamento de La Guajira, hasta el corregimiento de San José de Oriente, municipio de La Paz en el departamento del Cesar.

A la totalidad de las muestras recolectadas en los sectores especificados, se le realizaron secciones delgadas, cuyos cortes de roca son realizados por medio del sistema de corte “PetroThin, Thin Sectioning System”, mediante un disco diamantado de 20 cm de diámetro. Una vez obtenidas las secciones delgadas, son clasificadas de acuerdo con los principios y recomendaciones realizadas [10], con base en las deliberaciones realizadas por Streckeisen [11]–[14]. La determinación mineral, se realizó con base en Mackenzie y Guilford [15] y las texturas de acuerdo a la metodología propuesta por Castro-Dorado [16].

Tabla 1. Muestras recolectadas y su clasificación. Sistema de coordenadas Magna Colombia.
Table 1. Samples collected and their classification. Magna Colombia coordinate system.

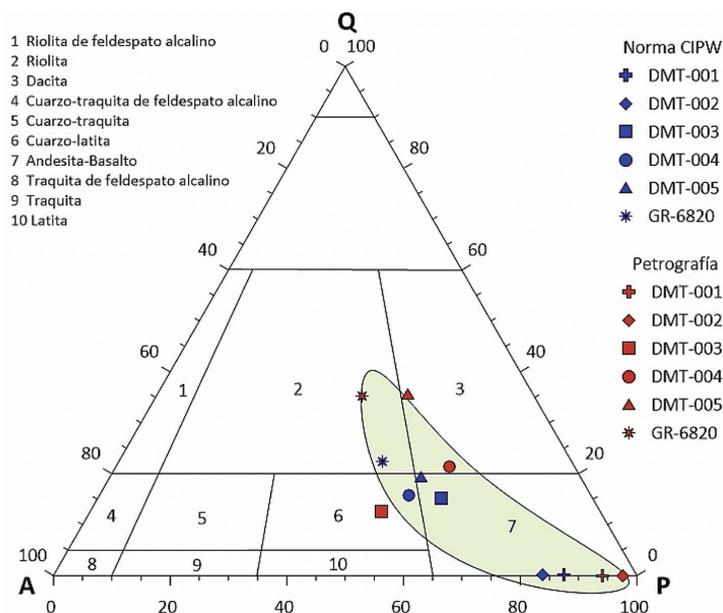
ID-Muestra	Coordenadas		Clasificación petrográfica
	Norte	Este	
DMT-001	1654616	1117738	Andesita
DMT-002	1654531	1121294	Basalto
DMT-003	1635974	1114921	Cuarzolatita
DMT-004	1632720	1115596	Dacita
DMT-005	1631042	1115791	Dacita
GR-6820	1682027	1145643	Riolita
GR-6850	1694984	1148251	Riolita

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 7 especímenes tomados se clasifican composicionalmente como basalto, andesita, dacita, cuarzolatita y riolita (Tabla 1). En general de norte a sur, las rocas volcánicas, tienden a ser más félsicas y con un mayor contenido de álcalis, sin incluir la muestra ubicada en zona rural de Fonseca, ya que es una con mayor contenido de minerales alcalinos. En la figura 2, se muestra la clasificación QAPF de las muestras en el diagrama de Streckeisen, donde se grafican también las rocas por la Norma CIPW. Por lo general tanto la clasificación microscópica como la de la Norma CIPW no varían significativamente.

Las muestras son agrupadas y descritas por su clasificación a continuación:

Figura 2. Clasificación QAPF para las rocas volcánicas de la Formación La Quinta.
Figure 2. QAPF classification for the volcanic rocks of the La Quinta Formation.



Las diferencias composicionales entre la mineralogía, petrográfica y la mineralogía derivada de la Norma CIPW, se pueden explicar por la inviabilidad de la Norma CIPW de brindar información con respecto a los minerales hidratados, tal es el caso de la hornblenda, biotita y micas, que, bajo microscopio se reconoce su presencia. Las rocas con mayor contenido de plagioclasas tienen un abanico composicional más amplio de sodio y calcio (DMT-001 y DMT-002), presentando mayor diversidad de plagioclasas (labradorita, andesina y oligoclasa). A medida que se va enriqueciendo en álcalis y sílice, las plagioclasas tienden a ser más sódicas (albita, oligoclasa, andesina), lo que evidencia un continuo empobrecimiento de calcio en las muestras con mayor contenido de álcalis y sílice (DMT-005).

3.1 Basalto

Corresponde a la muestra DTM-002, consta de una textura holocristalina porfídica, con fenocristales equigranulares de grano medio de piroxenos y olivinos oxidados, rodeados por una matriz de textura microlítica, compuesta por microcristales de plagioclasa, algunos restos de piroxeno y minerales opacos (Figura 3a). La roca está compuesta principalmente por plagioclasa (andesina y labradorita; 82%) y minerales como iddingsita (5%), opacos (5%), piroxenos (5%) y epidota (3%).

El basalto, presenta localmente una textura microtraquitoide, compuesta por una matriz equigranular de plagioclasas sericitizada y ocasionalmente alterados a epidota, así como piroxenos alterados a iddingsita (Figura 3b), la distribución de los tamaños de grano sobre la muestra es bimodal (Figura 3c). Además, en la matriz se encuentran inclusiones de pirita y hematita (Figura 3c).

La muestra basáltica está conformada por un considerable porcentaje de minerales ferromagnesianos como piroxenos y hornblendas que presentan una notable oxidación y fracturamiento, evidenciados por texturas de disolución o corrosión y anillos de oxidación (Figura 3). La formación de estas texturas según [17] son producto de procesos de óxido-reducción, en minerales conformados por Fe y Mg, como los piroxenos, anfíboles y olivinos, como resultado de la interacción de los minerales ferromagnesianos con H_2O , ocasionando desintegración parcial de minerales ferrosos y formación de óxido de hierro que se presentan rodeando como un halo pardo en los minerales oxidados o ensamblados en magnetita.

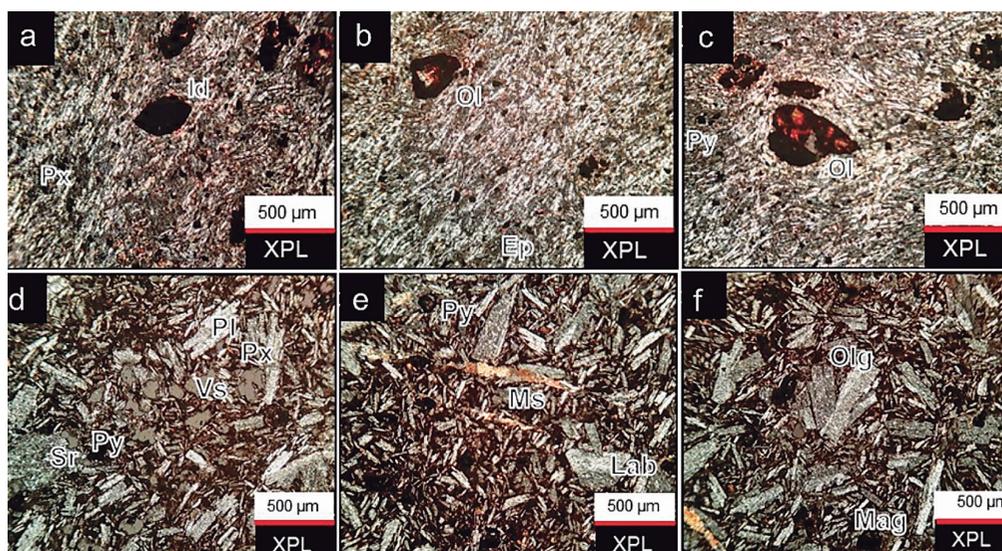
De la textura general porfírica de los basaltos derivan texturas específicas, como textura traquitoide [18] caracterizada por alineación paralela o subparalela de feldespatos y plagioclasas, sin presentar deformación intracristalina por esfuerzos compresivos en la roca, por lo que el direccionamiento de los cristales es dado por la concentración superior de flujos magmáticos respecto al fundido (Figura 3). La presencia de iddingsita indica la alteración por oxidación de cristales de olivino, debido a la presencia de fluidos hidrotermales o por agentes oxidantes meteóricos, generalmente esta alteración se presenta en condiciones de baja presión y temperaturas intermedias [19]. La muestra comprende olivinos totalmente alterados y algunos parcialmente alterados, además los cristales de piroxenos también presentan procesos de oxidación.

3.2 Andesita

Corresponde a la muestra DTM-001 caracterizada por una textura holocristalina porfídica con fenocristales de grano fino, inequigranulares, rodeados por una matriz de textura microlítica, compuesta por microcristales de plagioclasa, algunos restos de piroxeno y minerales opacos. La roca está compuesta principalmente por plagioclasas (oligoclasa y labradorita; 80%), clorita rellenando algunas cavidades (3%), minerales opacos (3%), moscovita (3%), epidota (2%), piroxenos (4%) y feldespatos potásicos (5%). Presenta puntualmente vesículas con formas irregulares y bordes redondeados (Figura 3d), los fenocristales y microfenocristales de plagioclasas, presentan alteración sericitica en su mayoría (Figura 3d), y suelen presentarse seriadamente alrededor de toda la muestra, además, suelen presentar textura glomeroporfirica y pilotáxica, junto con pequeños microfragmentos de cristales de piroxeno embebidos en la mayoría de la matriz (Figura 3f), puntualmente se puede identificar moscovita (Figura 3e). Los microcristales de clorita, generalmente se presenta rellenando vesículas, adicionalmente, dentro de la matriz son identificables microcristales de minerales opacos de formas cubicas y octaédricas que corresponden a cristales de pirita (Figura 3d) y magnetita (Figura 3f).

Figura 3. Microfotografía de los basaltos de la Formación La Quinta. a) Microcristal de iddingsita (Id), rodeado por una matriz de plagioclasa con inclusiones de piroxeno (Px). b) Microcristal de olivino (Ol) alterado parcialmente a iddingsita, rodeado por matriz de plagioclasa con textura traquitoide. c) Microcristal de olivino (Ol) alterado parcialmente a iddingsita, con textura esquelética en una matriz de plagioclasa con fragmentos de pirita (Py). Microfotografía de las andesitas de la Formación La Quinta d) Microfenocristales de plagioclasa (Pl) de textura seriada, se muestran algunas plagioclasas sericitizadas (Sr), algunos fragmentos de piroxeno (Px), matriz compuesta por vesículas (Vs) y presencia de pirita (Py). e) Cristales de moscovita (Ms), en medio de cristales de labradorita (Lab), junto con microcristales de pirita (Py). f) Microfenocristales de oligoclasa (Olg) con textura glomeroporfirica.

Figure 3. Photomicrograph of the basalts of the La Quinta Formation. a) Microcrystal of iddingsite (Id), surrounded by a plagioclase matrix with pyroxene (Px) inclusions. b) Microcrystal of olivine (Ol) partially altered to iddingsite, surrounded by plagioclase matrix with trachytoid texture. c) Olivine (Ol) microcrystal partially altered to iddingsite, with skeletal texture on a plagioclase matrix with pyrite (Py) fragments. Photomicrograph of the andesites of the La Quinta Formation d) Microphenocrysts of plagioclase (Pl) with a serial texture, showing some sericitized plagioclase (Sr), some pyroxene fragments (Px), the matrix composed of vesicles (Vs) and the presence of pyrite (Py). e) Muscovite crystals (Ms), in the middle of labradorite crystals (Lab), together with pyrite (Py) microcrystals. f) Microphenocrysts of oligoclase (Olg) with a glomeroporphyric texture.



Las andesitas presentan una fuerte alteración sericitica de los feldespatos y las plagioclasas, estas últimas suelen tener textura glomeroporfirica (Figura 3), como resultado de la cristalización en un solo punto de varios minerales que pueden ser de igual o diferente especie, indicando condiciones de presión y temperatura de formación similares para los minerales que se encuentran en contacto en ese punto. En términos generales, las andesitas presentan una textura seriada que se caracteriza por el tamaño progresivo de los cristales sin interrupciones, y es común en las rocas con contenidos medios de sílice, en rocas volcánicas y plutónicas [20]. De igual manera, se presentan texturas puntuales vesiculares (Figura 3), que se caracterizan por la presencia de cavidades irregulares derivadas de la expansión de volátiles en el magma [21].

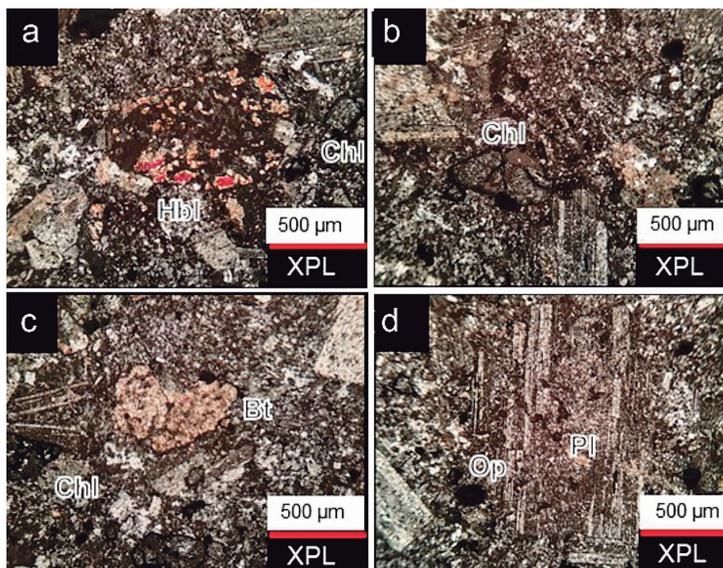
3.3 Cuarzolatita

La muestra DTM-003 se clasificó como una cuarzolatita según [11], caracterizada por su textura predominantemente holocristalina porfídica seriada, con fenocristales equigranulares de grano medio de feldespatos alcalinos y plagioclasas principalmente y en menor cantidad fenocristales de cuarzo, rodeados por una matriz de textura microclítica, compuestos por microcristales de plagioclasas, cuarzo y minerales opacos (Figura 4). La roca está compuesta principalmente por plagioclasas (andesina y oligoclasa; 40%), cuarzo (10%) y feldespato alcalino (30%), biotita (10%) y minerales accesorios como clorita (5%) y minerales opacos (5%).

La plagioclasa en la matriz y en los fenocristales están siendo alterados a sericita (Figura 4d) y presenta inclusiones de minerales opacos y cuarzo cuya forma general es alotromórfica (Figura 4c), la roca también presenta pequeñas amígdalas rellenas con clorita (Figura 4a, b). Los fenocristales de plagioclasa y feldespato se encuentran fracturados, con textura esquelética (Figura 4d) e inclusiones idiomorfas del mismo mineral. Además, en la muestra es posible identificar microfenocristales de anfíboles fracturados y alterados a clorita (<1%; Figura 4a).

Figura 4. Microfotografías de latitas de la Formación La Quinta. a) Microcristal de hornblenda (Hbl), junto con microcristales de clorita (Chl) en una matriz de cuarzo y plagioclasa. b) Microcristales de clorita (Chl), biotita (Bt) y fenocristales de plagioclasa. c) Microcristales de clorita (Chl), biotita (Bt) alotromórfica y fenocristales de cuarzo. d) Fenocristal de plagioclasa (Pl) alterándose a sericita junto con minerales opacos (Op) inequigranulares.

Figure 4. Photomicrographs of latitas from the La Quinta Formation. a) Hornblende (Hbl) microcrystal, together with chlorite (Chl) microcrystals on a matrix of quartz and plagioclase. b) Microcrystals of chlorite (Chl), biotite (Bt) and plagioclase phenocrysts. c) Microcrystals of chlorite (Chl), allotropic biotite (Bt) and quartz phenocrysts. d) Plagioclase (Pl) phenocryst altering to sericite together with unequigranular opaque (Op) minerals.



La cuarzolita presenta una matriz microcristalina de cuarzo y plagioclasas (Figura 4), junto con fenocristales hipidiomórficos, tal es el caso de las hornblendas que se presentan fuertemente fracturadas y alteradas a clorita y biotita, a diferencia de los basaltos, los minerales ferromagnesianos no presentan texturas de oxidación, sin embargo, presentan alteración, al igual que los fenocristales de plagioclasas y feldespatos que están siendo alterados a sericita. Cabe resaltar que, en este tipo de roca, son evidentes las texturas de inclusión de pequeños fragmentos de biotitas y minerales opacos (Figura 4), según [16], los minerales incluidos son cristalizaciones precoces que están relacionados con el mismo proceso de cristalización de los fenocristales hospedadores.

3.4 Dacita

Corresponde a las muestras DMT-004 y DMT-005, con textura predominantemente holocristalina porfídica seriada y bimodal, con fenocristales equigranulares de grano medio de plagioclasas, cuarzo y piroxenos principalmente, en menor cantidad microfenocristales de biotita, anfíboles y feldespatos, rodeados por una matriz de textura microlítica, compuestos por cuarzo y minerales opacos (Figura 5 a-h). La roca está compuesta principalmente por plagioclasa (30-40%), cuarzo (15-25%) y feldespato alcalino (15%), piroxenos (0-15%), biotita (0-15%) y anfíboles (10%), como minerales accesorios se identifica clorita (0-3%) y opacos (magnetita y pirita; 2-5%). La forma de los microcristales de los minerales predominantes dentro de la matriz corresponde a plagioclasa y cuarzo, que suelen ser hipidiomórficos y algunos panidiomórficos, y puntualmente el cuarzo cuenta con textura de corrosión. Los cristales de plagioclasas (albita, oligoclasa y andesina) y feldespatos están siendo alterados por la sericita y presentan textura esquelética (Figura 5c), adicionalmente, la mayoría de los fenocristales de anfíboles se encuentran fuertemente fracturados y con un halo de oxidación (Figura 5d).

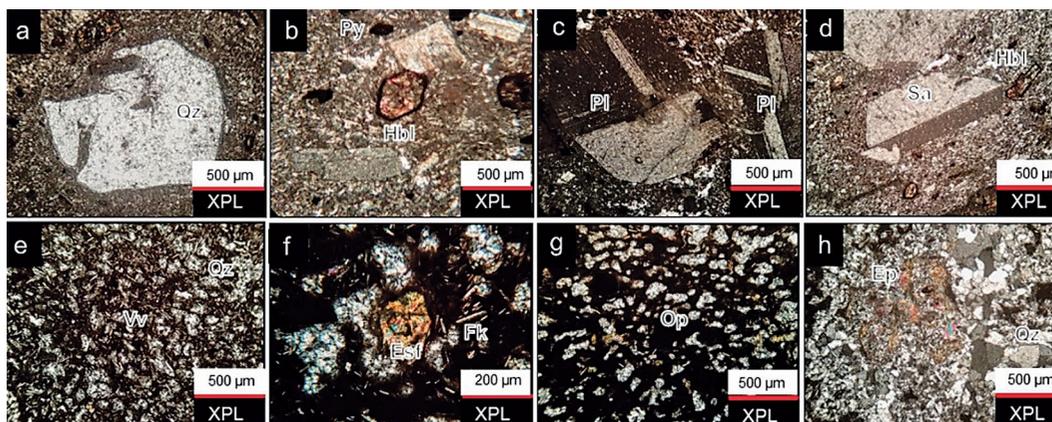
Las dacitas presentan localmente textura microporfídica, compuesta por una matriz de cuarzo, generalmente inequigranular a equigranular y por minerales opacos cuya forma generalmente es alotromórfica, adicionalmente, una cantidad apreciable de plagioclasas presentan textura glomeroporfídica (Figura 5b), puntualmente, los anfíboles cuentan con alteración clorítica fracturados y con un halo de oxidación (Figura 5e) y los fenocristales de piroxeno,

presentan lamelas en la mayoría de sus cristales y una textura glomeroporfirica (Figura 5g).

Las dacitas están constituidas principalmente por plagioclasas y alto contenido de minerales ferromagnesianos como anfíboles y piroxenos, que presentan texturas de oxidación y fuerte fracturamiento (Figura 5), además, los piroxenos presentan texturas de lamas paralelas a los planos de foliación, derivada de la exsolución de componentes miscibles a condiciones de presión y temperatura diferentes a la temperatura de cristalización del mineral hospedador [16]. Además de esto, la configuración de cristales corresponde a una textura bimodal, indicando una interrupción en la cristalización del magma, y como resultado los cristales tienen una diferencia de tamaño considerable. Las plagioclasas presentan alteración sericitica sobre la mayoría de los fenocristales, además, presentan inclusiones de biotita y minerales opacos (Figura 5b, 5c), que por criterio de inclusión son anteriores a la formación del cristal hospedador [16].

Figura 5. Microfotografías de dacitas de la Formación La Quinta. a) Microcristal de feldespato potásico (Fk), junto con microcristales de plagioclasa (Pl) en una matriz de cuarzo y biotita. b) Microcristales de minerales opacos (Op) y plagioclasa (Pl), presentando textura glomeroporfirica. c) Microcristales de plagioclasa (Pl) presentando inclusiones y biotita (Bt) alterada. d) Fenocristal de anfíbol (Amp) con halo de oxidación y fragmentos de biotita (Bt) haciendo parte de la matriz. e) Microcristal de anfíbol (Amp), junto con microcristales de pirita (Py) en una matriz de Cuarzo con textura corrosiva. f) Microcristales de clorita (Chl) en una matriz microlítica de cuarzo. g) Microcristales de piroxeno (Px) presentando lamelas y una textura glomeroporfirica. h) Fenocristal de plagioclasa (Pl) con textura glomeroporfirica y alterándose parcialmente a sericita.

Figure 5. Photomicrographs of dacites from the La Quinta Formation. a) Potassium feldspar (Fk) microcrystal, together with plagioclase (Pl) microcrystals on a quartz and biotite matrix. b) Microcrystals of opaque minerals (Op) and plagioclase (Pl), presenting a glomeroporphyric texture. c) Plagioclase (Pl) microcrystals showing inclusions and altered biotite (Bt). d) Amphibole phenocryst (Amp) with oxidation halo and biotite (Bt) fragments forming part of the matrix. e) Microcrystal of amphibole (Amp), together with microcrystals of pyrite (Py) on a matrix of Quartz with a corrosive texture. f) Chlorite (Chl) microcrystals in a quartz microlithic matrix. g) Microcrystals of pyroxene (Px) presenting lamellae and a glomeroporphyric texture. h) Plagioclase (Pl) phenocryst with glomeroporphyric texture and partially altering to sericite.



3.5 Riolita

Esta litología está representada por las muestras GR-6820 y GR-6850, en general se caracterizan por una textura holocristalina porfídica seriada a hipocristalina microlítica, con fenocristales inequigranulares de grano medio de plagioclasas, feldespatos potásicos y cuarzo principalmente, en menor cantidad microfenocristales clorita, micas y anfíboles, rodeados por una matriz de textura microlítica, compuestas por cuarzo, plagioclasa, minerales opacos (Figura 6) y vidrio volcánico (Figura 6e). La roca está compuesta principalmente por plagioclasas (albita y labradorita; 30%), cuarzo (30-50%) y feldespatos alcalinos (10-25%), epidota, (0-5%), hornblenda (10%) y minerales accesorios como clorita (3%) y minerales opacos (magnetita y pirita; 2%).

La forma de los microcristales predominantes dentro de la matriz (cuarzo, plagioclasa y/o vidrio) suelen ser hipidiomórfica, y puntualmente, la plagioclasa dentro de la matriz tiende a tener textura traquítica, algunos los cristales de plagioclasa están siendo alterados por la sericita.

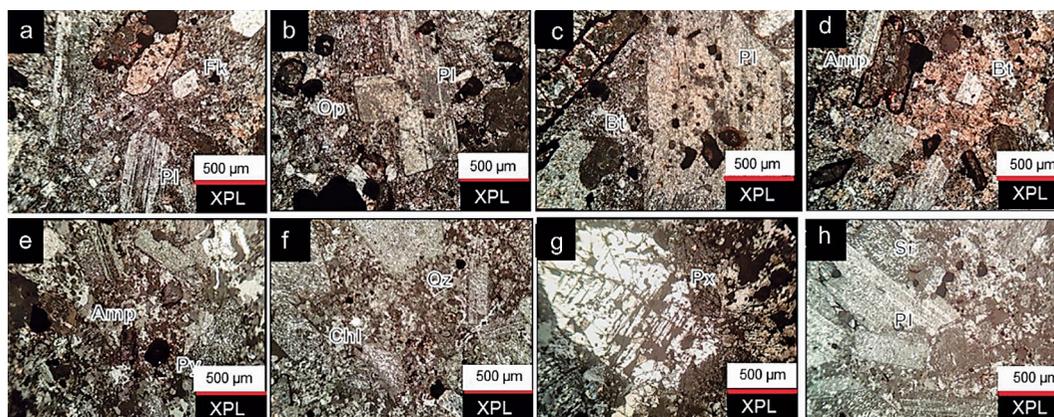
La muestra GR-6820, presenta particularmente una textura microporfídica, compuesta por una matriz de cuarzo, plagioclasas y opacos, puntualmente, se observan fenocristales de clorita por alteración de los anfíboles (Figura 6b).

Los fenocristales de cuarzo, plagioclasas y feldespatos potásicos parcialmente alterados a epidota se distribuyen sobre la muestra inequigranularmente (Figura 6a, d), adicionalmente, la mayoría de los fenocristales de anfíboles, presentan un halo de oxidación (Figura 6b), los fenocristales de cuarzo presentan una textura “embayed” (Figura 6a), algunos fenocristales de plagioclasa presentan fuerte fracturamiento y alteración a sericita (Figura 6c).

Por su parte la muestra GR-6850, presenta ocasionalmente una textura amigdaloides, con una distribución de los tamaños de grano bimodal, compuesta por microcristales de cuarzo equigranular relleno de vesículas (Figura 6e, g), puntualmente, se observan fenocristales de epidota relleno de vesículas (Figura 6h) así como cuarzo y clorita relleno de vesículas que suelen tener una ligera orientación preferencial (Figura 6g). Cabe resaltar la presencia esporádica de micas y varios microfeno-cristales de esferulitas concéntricas relleno de vesículas (Figura 6f).

Figura 6. Microfotografías de riolitas de la Formación La Quinta. a) Microcristal de cuarzo (Qz) presentando una textura “embayed”. b) Microcristales de hornblenda (Hbl) alterado parcialmente a epidota, junto con fragmentos de pirita (Py). c) Microcristales de plagioclasa (Pl) fuertemente fracturado y presentando sericitización parcial. d) Fenocristal de sanidina (Sa), en una matriz microlítica de plagioclasa con textura traquítica y fragmentos de hornblenda (Hbl) alterándose a epidota. e) Microcristal de cuarzo (Qz), recrystalizado en una matriz de vidrio volcánico con feldespatos potásicos y plagioclasa. f) esferulita (Esf) concéntrica alrededor de una vesícula. g) Microfenocristales de minerales opacos (Op), sobre una matriz de vidrio volcánico y fragmentos de micas. h) Fenocristal de epidota (Ep), en una matriz de cuarzo (Qz) inequigranular.

Figure 6. Photomicrographs of rhyolites from the La Quinta Formation. a) Quartz microcrystal (Qz) presenting an “embayed” texture. b) Microcrystals of hornblende (Hbl) partially altered to epidote, together with fragments of pyrite (Py). c) Microcrystals of plagioclase (Pl) strongly fractured and showing partial sericitization. d) Sanidine (Sa) phenocryst, in a plagioclase microlithic matrix with trachytic texture and hornblende (Hbl) fragments altering to epidote. e) Quartz microcrystal (Qz), recrystalized in a volcanic glass matrix with potassium feldspars and plagioclase. f) spherulite (Esf) concentric around a vesicle. g) Microphenocrysts of opaque minerals (Op), on a matrix of volcanic glass and mica fragments. h) Epidote phenocryst (Ep), on an inequigranular quartz (Qz) matrix.



Las riolitas son el conjunto de rocas con mayor contenido de álcalis del muestreo realizado, ubicadas en la zona rural de Fonseca, la textura predominante es porfirítica (Figura 6), sin embargo, se presentan texturas bimodales específicas tanto en los fenocristales (Figura 6) indicando una interrupción en la cristalización del magma, como resultado, los cristales tienen una diferencia de tamaño considerable. Con menor frecuencia se identifican texturas unimodales (Figura 6) derivada de la cristalización de minerales por un solo enfriamiento continuo, por lo tanto, los cristales tienen tamaños similares [20]. Las hornblendas presentan indicios de oxidación (Figura 6), indicando una deshidratación en el ascenso del fluido a la superficie. Las plagioclasas y feldespatos potásico, pocos presentan alteración sericitica y sus formas son idiomórficas, sin embargo, los fenocristales de cuarzo suelen presentar texturas de corrosión y disolución (Figura 6), indicando dos posibles escenarios, el primero, es la disolución parcial del cuarzo durante el ascenso magmático, y el segundo, es una rápida cristalización del cuarzo, encerrando fluidos en su interior debido a un enfriamiento súbito [21]. Por otra parte, se suelen presentar cristales de esferulitas (Figura 6), formadas en procesos de desvitrificación, donde el vidrio se une a la fase cristalina de esos minerales, nucleando esferulitas generalmente en agregados de cuarzo [21].

La textura porfídica es la de mayor predominancia en las rocas volcánicas de la Formación La Quinta, esta textura que generalmente se presenta seriada (Figura 3, 4, 5, 6), según [20] indica un alto contraste térmico, lo que significa

dos episodios de cristalización a diferentes temperaturas, los fenocristales son los cristalizados a mayores temperaturas y la velocidad de enfriamiento es lenta, por su parte, los microminerales de la matriz son cristalizados a menores temperaturas que los fenocristales y la velocidad de enfriamiento es considerablemente más rápida.

Los minerales que se exhiben en todas las rocas estudiadas suelen ser el resultado de la oxidación de minerales ferromagnesianos, por lo que es usual la presencia de magnetita y hematita, además, se presentan minerales de alteración como la epidota como resultado de alteración de las plagioclasas, y sericita de plagioclasas y feldespatos.

4. CONCLUSIONES

Las rocas volcánicas de la Formación La Quinta aflorantes en las estribaciones occidentales de la Serranía del Perijá, varían composicionalmente desde basaltos hasta riolitas, presentando generalmente algunas características texturales y composicionales similares que son indicadores de importantes procesos petrogenéticos, como lo es la textura porfídica seriada, que exhibe principalmente un alto desarrollo del contraste térmico durante la cristalización de la roca, de manera puntual, se observan texturas que indican procesos de alto contraste térmico, como texturas de lamas paralelas en piroxenos en rocas básicas e intermedias y texturas bimodales en los ejemplares félsicos.

Así mismo, los magmas básicos se caracterizan por el alto grado de oxidación de los olivinos y piroxenos, que facilitan la génesis de iddingsita, magnetita, estructuras de corrosión y fracturamiento; características indicadoras de alteración por fluidos hidrotermales en condiciones de bajas presiones y temperaturas, por su parte, las rocas intermedias y félsicas suelen estar compuestas notoriamente por hornblenda y biotitas alteradas, además suelen tener texturas vesiculares y presencia de esferulitas, sugiriendo procesos de desgasificación y desvitricación que generalmente atribuibles a la expansión de volátiles en magmas hidratados y la disolución parcial del cuarzo durante el ascenso del fluido magmático a superficie.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Buchely *et al.*, *Cartografía geológica y muestreo geoquímico de la parte norte de la Serranía de Perijá Planchas 21, 22, 27, 28, 34 y 35*. Bogotá D.C., 2010.
- [2] C. Ortega, E. Rojas-Martínez, and D. Manco-Jaraba, “Mineralización de cobre en el sector de San Diego, Serranía del Perijá,” *Geol. Colomb.*, vol. 37, no. 2, pp. 51–62, 2012.
- [3] D. Manco-Jaraba, K. Ariño-Díaz, and E. Rojas-Martínez, “Prospección y caracterización del yacimiento de cobre, en la vereda Los Cueros, Villanueva, departamento de La Guajira-Colombia,” *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.*, vol. 27, no. 2, pp. 288–294, 2019, doi: 10.4067/s0718-33052019000200288.
- [4] K. Cardeño-Villegas, E. Rojas-Martínez, D. Manco-Jaraba, and R. Cardenas-López, “Identificación de las mineralizaciones de cobre aflorantes en el corregimiento de San José de Oriente, La Paz, Cesar,” *Ingeniare*, vol. 10, no. 18, pp. 115–125, 2015.
- [5] G. Rodríguez-García and G. Obando, “Volcanism of the La Quinta Formation in the Perijá mountain range,” *Boletín Geológico*, no. 46, pp. 51–94, Jun. 2020, doi: 10.32685/0120-1425/boletingeo.46.2020.535.
- [6] J. Gallagher and P. Tauvers, “Tectonic Evolution of Northwestern South America,” 1992, pp. 123–137. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-017-0833-3_10.
- [7] R. Wokittel, “La Formación Cuprífera de la Serranía de Perijá (intendencia de La Guajira y departamento del Magdalena),” *Boletín Geológico*, vol. 5, no. 3 SE-Artículos, pp. 40–52, Oct. 1957, doi: 10.32685/0120-1425/bolgeol5.3.1957.331.
- [8] C. Jackson and J. Knaebel, “Sampling and estimation of ore deposits,” Washington, United States, 1934. [Online]. Available: <https://dgs.alaska.gov/webpubs/usbm/b/text/b356.pdf>
- [9] R. Sampieri-Hernández, C. Fernández-Collado, and P. Baptista-Lucio, *Metodología de la investigación*, 6th ed. México, 2014.
- [10] R. Le Maitre, A. Streckeisen, B. Zanettin, M. Le Bas, B. Bonin, and P. Bateman, *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. doi: DOI: 10.1017/CBO9780511535581.
- [11] A. Streckeisen, “Classification of the common igneous rocks by means of their chemical composition; a provisional attempt,” p. shefte. 1, Pages 1-15. 1976., 1976.
- [12] A. Streckeisen, “Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks,” *Geol. Rundschau*, vol. 69, no. 1, pp. 194–207, 1980, doi: 10.1007/BF01869032.
- [13] A. Streckeisen, “How should charnockitic rocks be named?,” *Geological Magazine*, vol. 111, no. 2, pp. 349–360, 1974.

- [14] J. Lebas and L. Streckeisen, "The IUGS systematics of igneous rocks," *J. Geol. Soc. London.*, vol. 148, no. 5, pp. 825–833, Sep. 1991, doi: 10.1144/gsjgs.148.5.0825.
- [15] W. Mackenzie and C. Guilford, *Atlas of the Rock-Forming Minerals in Thin Section*, 1st Editio. London, 1980. doi: <https://doi.org/10.4324/9781315837413>.
- [16] A. Castro-Dorado, *Petrografía de rocas ígneas y metamórficas*, 1 edición. Madrid (España), 2015.
- [17] M. Flórez and L. Parra, "Rasgos de alteración en los minerales de las cenizas volcánicas del norte de la cordillera central de Colombia," *Boletín Ciencias la Tierra*, no. 27, pp. 49–70, Feb. 2009, [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169516257005>
- [18] A. Johannsen, "A Descriptive Petrography of Igneous Rocks," *Geol. Föreningen i Stock. Förhandlingar*, vol. 60, no. 2, pp. 317–318, Jan. 1938, doi: 10.1080/11035893809445001.
- [19] K. L. Smith, A. R. Milnes, and R. A. Eggleton, "Weathering of Basalt: Formation of Iddingsite," *Clays Clay Miner.*, vol. 35, no. 6, pp. 418–428, 1987, doi: 10.1346/CCMN.1987.0350602.
- [20] P. González, "Texturas De Los Cuerpos Ígneos," in *A Whole Earth Approach to Nature-Positive Food: Biodiversity and Agriculture*, 2015, pp. 167–195. [Online]. Available: <http://www.rae.es/>
- [21] K. Cox, J. Bell, and R. Pankhurst, *The Interpretation of Igneous Rocks*. 1997. doi: <https://doi.org/10.1007/978-94-017-3373-1>.